

りハイトップを使用した場合の方が溶出鉄量が少なく、耐食性が優れている。アルカリ系の液体洗剤に対してはハイトップがアルカリ類に特に強いという特性をもっているため、内面無塗装で十分使用することができる。

(5) 電解クロム酸処理皮膜の砂糖、食塩などの粉体の振動による摩耗は Table 1 に示すようにほとんどないが、吸湿により食塩、クレンザーなどは錆を発生させる。これら粉体食品用の容器材料としては、処理皮膜が Cr^{+3} の水和酸化物であり、有毒な Cr^{+6} は含まれていないので、無塗装のまま使用してもよいが、現段階では塗装して用いるべきであろう。

IV. 結 言

(1) アルカリ類、有機溶剤、鉱油、植物油、無水クロム酸には処理皮膜中の Cr はほとんど溶解しない。

(2) 無機酸、有機酸に対してはいちじるしく腐食される。

(3) 中性液体洗剤に対しては部分的に発錆し、処理皮膜中の Cr もわずかであるが溶解する。塗装した場合明らかに電気メッキブリキより優れた耐食性がある。

(4) 粉体による処理皮膜の摩耗はほとんどないが、食塩のように吸湿ししやすいものでは発錆する。

(5) 紙、ポリエチレン紙の摩擦により処理皮膜中の Cr は僅かであるが表面より遊離する。

(6) 電気メッキブリキ、ホットディップブリキに比較し一般的にハイトップの耐薬品性は優れている。

(7) ハイトップを食品容器材料に使用する場合、現段階ではドライバックでも内面塗装したほうがよい。

621.791.763.1; 621.791.763.3

669.146.9-415; 669.587

(192) 電気亜鉛メッキ鋼板のスポット溶接およびシーム溶接

富士製鉄、広畑製鉄所研究所 No. 64354

○西村 健・羽田隆司

Spot Welding and Seam Welding of Electrolytic Galvanizing Steel Sheet.

Takeshi NISHIMURA and Takashi HADA.

I. 緒 言 P2080~2082

磨薄板に $2.5 \sim 7.5 \mu$ の電気亜鉛メッキを施した材料の抵抗溶接条件は、表面亜鉛層が軟かく接触抵抗が小さいため、磨薄板の溶接条件と異なる。著者はスポット溶接およびシーム溶接をとりあげ、電気亜鉛メッキ鋼板の溶接性の検討を行った。

スポット溶接、シーム溶接とも基本的な重ね合せとし適正な溶接条件を出すために種々の因子の影響を調べた後、各板厚各メッキ厚のものについて推奨条件を出すべく実験を行った。また磨薄板ではほとんど問題にならない電極汚れについても合わせて実験を行った。

II. 位試材および実験方法

a. 供試材

板厚 $0.6 \sim 1.6 \text{ mm}$ 、の磨薄板に 2.5μ および 7.5μ の無光沢酸性電気亜鉛メッキを施したもので連続メッキラインで作製された材料である。

b. 溶接機

スポット溶接機：大阪電気(株)製単相空気圧式スポット溶接機、最大容量 140 kVA、使用率 7.5%、最大二次短絡電流 20,000A、最大加圧力 1,150 kg。

シーム溶接機：大阪電気(株)製 SE-UV 型単相 180 kVA、使用率 50%、最大二次短絡電流 29,000A、最大加圧力 1,000 kg、溶接速度 $1 \sim 3 \text{ m/min}$ 、ギヤードライブ方式、

c. 溶接電流測定

溶接電流の測定にはいろいろの方法がある。ここでは最も正確と考えられる「トロコイダルコイルによる方法」を採った。

d. スポット溶接および溶接部試験方法

$0.6, 1.0, 1.6 \text{ mm}$ の厚板、 $2.5 \mu, 7.5 \mu$ のメッキ厚のものについて JISZ 3141 に規定されている試験片を種々の条件のもとで溶接し、引張セン断強度、外観検査を行い一部の試験片については断面検査も行った。

使用した電極チップは Cr-Cu 合金製の載頭円錐形のもので頂角は 120° である。頂径は溶接する板厚によつて各々磨薄板と同様に变化させた。また電極チップ表面は亜鉛による汚れのため条件の変ることがあるので溶接は研磨後 100 点までで行った。

e. シーム溶接および溶接部試験方法

回転円板電極には Cr-Cu 合金製の巾 5 mm および 8 mm のものを使用して、溶接電流、溶接速度、加圧力、通電一休止サイクルを因子にとりあげ、板厚 $0.6, 0.8, 1.0, 1.6 \text{ mm}$ のおのおの $2.5, 7.5 \mu$ のメッキ厚みの試料を溶接し下記のような評価を行った。

溶接部の強度の評価には、JISZ 3141 に規定されている「漏れ試験」(pillow test) を採用した。JIS の場合には「 1.5 kg/cm^2 で空気もれのないこと」とされているが、ここでは他からの要求もあり水圧 100 kg/cm^2 まで測定できるテストポンプを使用し、漏れの始まつた圧力でその強度を示した。

III. 実 験 結 果

a. スポット溶接

1) 通電時間の影響

他の条件、溶接電流、加圧力などによつて溶接の得られる通電時間は大巾に変化するが、これらを一定にすると通電時間のある値から溶接が起り始め、長くするにしたがつて溶接部の強度は増加する。さらに長くして行くと、くぼみ、浮上りが大きくなる。このとき電流値が大きいと火花が飛びチリが起つて溶接強度が急激に低下する。

2) 溶接電流の影響

加圧力、通電時間によつて溶接部分に流れる実電流は変化するが、本実験では因子としてとりあげた溶接電流は試片をはさんでいないときの短絡電流をとった。加圧力、通電時間を一定にして溶接電流を増加させると溶接強度は大になるがくぼみも大きくなる。電流値の決定には $0.6 \text{ mm}, 1.0 \text{ mm}$ の板厚については板厚の 10%、 1.6 mm については 0.1 mm 以下をくぼみの限界とした。

3) 加圧力の影響

加圧力を増加すると一定強度の溶接を得る電流値が大きくなる。通電時間、溶接電流を一定に保ち加圧力を大にして行くとナゲット径、とけ込み深さが減少し強度が

Table 1. Results of spotwelding.

Sheet thickness (mm)	Electrode dia. (mm)	Coating thickness (μ)	Electrode force (kg)	Current (A)	Welding time (∞)	Tension-shear strength(kg)
0.6	4.0	2.5	220	10,000	7 10	320 350
		7.5	220	10,000	7 10	305 330
1.0	5.0	2.5	250	12,000	11 14	640 710
		7.5	250	12,000	11 14	625 680
1.6	6.3	2.5	400	15,700	16 19	1330 1450
		7.5	400	15,700	16 19	1260 1400

Table 2. Effect of cycle number.

Cycle number	Required current	Nugget		Strength of welds	
		Size	Interval	High speed	Low speed
many few	high low	large small	long short	weak strong	strong weak

低下する。加圧力が低くなりすぎると接触抵抗が不均一になり局部過熱を起し結果がばらつき良くない。

4) 電極径の影響

電極チップ先端径は溶接部に流れる電流密度、加わる圧力を決定し、生成するナゲット径を決定する。ナゲット径は $5 \sim 6\sqrt{t}$ (t は板厚) が適当であるが、この大きさのナゲットを得るには、磨薄板の場合に示されている電極チップ頂径が適当である。

5) メッキ量の影響

2.5 μ および 7.5 μ ではほとんど溶接条件は変らなかつたが、メッキ厚の多いものは少し溶接強度が低下する。

6) 溶接条件範囲

以上各因子の影響について述べたが単独で最適値を決定することはできない。Table 1 に実験の結果、JIS A 級に相当する溶接が得られる範囲およびその条件内で得られた強度を示す。

7) 電極汚れについて

新しく研磨した電極チップは最初の数回の溶接で完全に亜鉛に被われ、その後徐々に溶接強度は低下するが、2500~3000 点まで安定した溶接が行なわれる。この値を超すと局部にチップ先端の亜鉛が剝離し溶接部の外観を著しく悪くする。

b. シーム溶接

1) 電極巾の影響

電極巾はナゲット巾を決定する。8mm と 5mm で実験を行なった結果 5mm では 15~30% 少ない電流で溶接可能であるが溶接部の強度は小さい。

2) 電流値の影響

電流値は最も支配的な溶接条件であり溶接部の性質の大部分がこれによつて決定される。他の条件を固定して電流値を増加させて行くとナゲット溶込が多くなつて溶着部強度が増す。過大電流になると sticking や burn out を起し外観が著しく悪くなる。

3) 加圧力の影響

加圧力を上げると (1) 大きい溶接電流を要する。(2) ナゲットサイズのバラツキが減る。(3) 表面加熱が起り難い、という現象が起る。したがつてメッキ量、板厚が大きく大電流を要する場合は加圧力を上げる必要がある。

4) 通電一休止サイクルの影響

on-off 50% サイクルでは一般に Table 3 に示す関係がある。on/off ratio を大きくすると 50% サイクルの場合よりも小電流で同等の溶接強度が得られる。

5) 溶接速度の影響

溶接速度と最小所要電流との関係は他の条件を一定にすれば電流値は速度の 1/2 乗に比例するはずであるが、off 時間のナゲット間隙を補うために大きな電流を要し実験によると指数は 1 以上となる。

6) メッキ量の影響

2.5 μ と 7.5 μ の 2 種のメッキ量について行なつたが 7.5 μ の場合には約 5% の電流増加によつて低速ではほとんど同等の溶接部強度が得られる。高速の場合には最大強度は若干低下するが実用上問題になる程度ではなかつた。

7) 推奨条件

諸因子の効果を述べたがこれらもスポット溶接と同じく全て交絡作用のあるもので切離しては考えられない。Table 3 に各板厚、各メッキ厚のものについて実験した結果、外観、強度とも良好な溶接が得られる推奨条件およびそのピロー値を示す。

8) 電極の汚れ

スポット溶接と同様表面に亜鉛が付着するが断続電流

Table 3 Recommended schedule for seam welding of electrolytic galvanizing steel sheet.

Sheet thickness (mm)	Coating thickness (μ)	Electrode force (kg)	Cycle (\sim)	3 m/min			2 m/min.			1 m/min.		
				Max. current (A)	Min. current (A)	Pillow value	Max. current (A)	Min. current (A)	Pillow value	Max. current (A)	Min. current (A)	Pillow value
0.6	2.5	230	1-1	14,400	11,350	50	12,240	10,350	46	9,880	7,510	49
			2-2	13,550	10,710	40	11,290	9,740	46	9,200	7,010	42
			3-3	—	—	—	10,140	7,590	40	7,230	6,170	36
	300	1-1	14,930	12,380	47	12,380	10,580	44	10,080	8,150	42	
		2-2	14,000	11,250	39	11,320	9,860	47	9,510	7,030	35	
		3-3	—	—	—	10,700	8,650	45	8,560	6,170	35	
7.5	230	1-1	14,720	12,560	42	12,030	10,440	42	9,950	9,050	35	
		2-2	14,180	12,540	41	11,440	9,900	29	9,400	7,030	36	
		3-3	—	—	—	10,760	9,550	39	8,700	6,520	27	
300	1-1	15,390	13,140	24	12,710	10,890	38	11,630	9,950	36		
	2-2	15,080	11,750	31	11,700	10,310	43	10,170	8,500	37		
	3-3	—	—	—	11,370	9,900	36	9,600	7,310	34		
1.0	2.5	300	1-1	20,830	17,020	92	18,230	14,000	>100	14,300	12,560	100
			2-2	15,900	14,700	86	15,070	13,300	>100	12,740	8,570	97
			3-3	—	—	—	12,560	9,300	95	11,170	8,370	95
	500	1-1	21,870	18,580	78	19,550	15,820	100	14,900	12,860	100	
		2-2	17,740	15,720	82	17,290	13,950	97	14,040	12,090	94	
		3-3	—	—	—	13,940	12,850	95	11,900	10,030	87	
7.5	300	1-1	21,760	17,670	76	19,600	15,870	>100	14,900	12,950	98	
		2-2	19,070	15,350	94	17,540	14,420	95	12,090	10,060	>100	
		3-3	—	—	—	16,580	13,860	>100	11,170	9,230	98	
500	1-1	24,130	18,230	91	20,940	15,730	>100	15,600	14,000	>100		
	2-2	19,870	15,810	>100	18,340	14,680	90	13,390	11,430	>100		
	3-3	—	—	—	16,990	14,420	92	12,040	10,230	92		
1.2	2.5	300	1-1	23,190	21,150	>100	20,590	17,430	>100	17,300	13,910	>100
			2-2	21,870	16,820	>100	18,510	17,000	>100	13,910	12,110	>100
			3-3	—	—	—	16,960	16,390	>100	12,490	11,070	>100
	500	1-1	24,530	21,530	64	22,100	20,270	>100	18,130	14,730	>100	
		2-2	22,790	18,340	99	20,460	18,140	>100	16,200	13,140	>100	
		3-3	—	—	—	18,680	16,700	>100	14,730	11,750	>100	
7.5	300	1-1	23,340	21,800	67	22,250	19,440	>100	18,320	14,990	>100	
		2-2	21,130	16,600	64	20,220	17,670	>100	17,000	13,310	>100	
		3-3	—	—	—	18,770	16,880	>100	15,060	12,270	>100	
500	1-1	25,080	22,970	100	22,450	20,200	>100	18,590	15,340	>100		
	2-2	23,200	19,250	48	20,460	18,160	>100	17,620	13,580	>100		
	3-3	—	—	—	19,150	17,210	>100	17,310	13,390	78		

のために凹凸を生じる。これを除去しない場合には例えば 1.0mm 厚 7.5 μ のメッキ量で、3-3 \sim 、300kg、1.5m/min、13,000A の条件の下では約 1 hr、すなわち 90m の溶接で溶接部が不良となる。汚れの除去は溶接機にバイトを取付けて行なう方法が良い。バイトの取付、研削量の調整が適正であれば約 1 週間電極の取替を要さずに溶接ができる。

IV. 結 言

電気亜鉛メッキ鋼板のスポット溶接およびシーム溶接について、同じ板厚の磨薄板と同等の溶接が得られる条件を求めた。磨薄板に比べて溶接電流、加圧力は若干大

きくしなければならないが、諸因子の影響については磨薄板と同じであった。

電極表面の亜鉛による汚れは、スポット溶接の場合研磨後 2,500~3,000 点までは問題にならず、シーム溶接の場合には溶接中にバイトによる研削を適正に行なえば重大な問題にならなかつた。